

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN



Bureau voor de Industriële Eigendom

REC'D 19 MAY 2004

WIPO

PCT

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 21 maart 2003 onder nummer 1022995,

ten name van:

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT

te Delft

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze voor het vervaardigen van een in een (111) vlak van een (100) siliciumwafer
gelegen membraan",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 3 mei 2004

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,
voor deze,

Mw. D.L.M. Brouwer

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

UITTREKSEL

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van een in een (111) vlak van een (100) siliciumwafer gelegen membraan. Daartoe omvat de werkwijze de volgende stappen: het aanbrengen van een masker op de beide
5 zijden van de wafer, waarbij delen van de zijden worden afgedekt door het masker; en het althans gedeeltelijk wegetsen van siliciummateriaal ter plaatse van de niet-afgedekte delen aan de beide zijden van de wafer.

De werkwijze wordt gekenmerkt, doordat de etsstap
10 het siliciummateriaal hoofdzakelijk wegetst onder vorming van uitsparingen in de beide oppervlakken van de wafer, zodanig dat de wanden van de uitsparingen worden gevormd door (111) vlakken, en dat niet-afgedekte delen aan beide zijden van de wafer zodanig zijn uitgelijnd ten opzichte van elkaar dat een
15 aan een eerste zijde gevormd (111) vlak parallel is gelegen aan een aan een tweede zijde gevormd (111) vlak, en de onderlinge afstand d tussen deze twee vlakken minder is dan de dikte van de siliciumwafer, teneinde een membraan in het (111) vlak met een dikte d te vormen.

20 Een dergelijk membraan heeft zeer veel toepassingsmogelijkheden op het gebied van MEMS, bijvoorbeeld door de membraan onder te verdelen in afzonderlijke hefbomen ("cantilevers").

NL 45.693-MP/yt

Werkwijze voor het vervaardigen van een in een (111) vlak van een (100) siliciumwafer gelegen membraan

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van een in een (111) vlak van een (100) siliciumwafer gelegen membraan, alsmede op met die werkwijze gevormde membranen en toepassingen daarvan. De in de aanhef
5 genoemde werkwijze omvat de stappen van:

- het aanbrengen van een masker op de beide zijden van de wafer, waarbij delen van de zijden worden afgedekt door het masker; en

- het althans gedeeltelijk wegetsen van siliciummateriaal ter plaatse van de niet-afgedekte delen aan de beide
10 zijden van de wafer.

Tevens heeft de uitvinding betrekking op een membraan die met een werkwijze volgens de uitvinding is vervaardigd.

15 Ten slotte heeft de uitvinding betrekking op toepassingen van de membraan die is verkregen met de werkwijze volgens de uitvinding.

Volgens de uitvinding wordt met de term "membraan" een plaatvormig uitsteeksel dat is gelegen in een (111) vlak
20 van een siliciumwafer bedoeld met een dikte d die in hoofdzaak kleiner is dan een lengte l en een breedte b van het plaatvormige uitsteeksel. De membraan is ten minste aan een zijde Z verbonden aan het lichaam van de siliciumwafer.

De later in deze beschrijving genoemde term "hefboom" ("cantilever") is een gedeelte van de membraan, door
25 deze membraan in een richting in hoofdzaak loodrecht ten opzichte van de zijde Z en in de richting van de lengte l onder te verdelen. De hefbomen zullen daardoor een lengte l en dikte d hebben. De breedte van de hefbomen is afhankelijk van de
30 afstand waarop de onderverdelingen worden gemaakt.

Wanneer in de onderhavige beschrijving sprake is van een "etsstap" of een "etsbehandeling", betekent dit, zoals algemeen bekend in de halfgeleidertechnologie, dat op een silicium oppervlak een maskerlaag wordt aangebracht die het si-
35 licium oppervlak gedeeltelijk afdekt. De siliciumwafer, die

zich bevindt ter plaatse van de niet-afgedekte delen van het silicium oppervlak zal tijdens de etsbehandeling althans gedeeltelijk worden verwijderd. Daardoor wordt een uitsparing in het oppervlak van het silicium gevormd. Nadat een gewenste
5 hoeveelheid silicium materiaal is weggeëetst, zal de behandeling worden gestopt en de maskerlaag worden verwijderd. Deze stappen zijn algemeen bekend, evenals de toe te passen etsmiddelen, zoals KOH, TMAH, EDP en andere, en de daarbij toe te passen concentraties.

10 De werkwijze als in de aanhef genoemd is in de techniek bekend. De werkwijze wordt met name toegepast in de halfgeleiderindustrie.

De uitvinding heeft nu tot doel een werkwijze als hiervoor genoemd te verschaffen welke op geschikte wijze kan
15 worden toegepast voor het vervaardigen van micro-mechanische constructies. Met name heeft de uitvinding tot doel een verbeterde werkwijze te verschaffen welke op geschikte wijze kan worden toegepast voor het vervaardigen van membranen, die zodanig verder kunnen worden bewerkt dat zij bijvoorbeeld geschikt als filter voor vloeistoffen kunnen worden toegepast.
20

Meer in het bijzonder heeft de uitvinding tot doel een dergelijke werkwijze te verschaffen waarmee een membraan kan worden vervaardigd die als sensor kan worden toegepast.

Verdere doelen zullen uit de hierna volgende beschrijving duidelijk worden.
25

Ter verkrijging van ten minste één van de hiervoor genoemde doelen verschaft de uitvinding een werkwijze als in de aanhef genoemd, welke wordt gekenmerkt door de werkwijze zoals die staat beschreven in conclusie 1.

30 Bijzondere voorkeursuitvoeringsvormen staan beschreven in de volgconclusies.

Een bijzondere voorkeur wordt verschaft door een werkwijze waarbij een uitsparing aan een eerste zijde tot aan de aan de tweede zijde gelegen maskerlaag reikt. Door verwijdering van de maskerlaag zal daardoor een doorgaande opening
35 door de siliciumwafer heen worden verkregen.

Het heeft de voorkeur om de membraan in een vooraf te bepalen dikte te kunnen vervaardigen. Volgens de voor-

keursuitvoeringsvorm wordt de werkwijze derhalve gekenmerkt doordat de dikte d wordt gemeten en de etsstap wordt gecontinueerd, teneinde de (111) vlakken verder te etsen totdat een gewenste waarde van de dikte d is bereikt.

5 Zoals hiervoor reeds genoemd heeft het in het bijzonder de voorkeur dat na het voltooiën van de etsstap de maskerlaag wordt verwijderd.

Een bijzonder uitvoeringsvorm van de uitvinding heeft betrekking op een werkwijze waarbij de in de membraan
10 te vormen openingen zich uitstrekken vanaf het uiteinde van de membraan tot een positie waar de membraan is verbonden met het hoofdlichaam van de wafer. Met name heeft het de voorkeur dat ten minste twee parallelle lijnvormige openingen worden gevormd, in hoofdzaak loodrecht ten opzichte van de bevestigingslijn van de gevormde membraan aan de wafer teneinde al-
15 thans één hefboom te vormen. Dergelijke hefbomen kunnen een breedte hebben, die wordt bepaald door de onderlinge afstand van de lijnvormige openingen in de membraan. De dikte d van de hefboom zal gelijk zijn aan de dikte d van de membraan. De
20 lengte l van de hefboom zal worden bepaald door de lengte van van de lijnvormige openingen.

Met name dergelijke membranen leveren onverwachte mogelijkheden op voor toepassing van de constructies die zijn gevormd met de werkwijze volgens de uitvinding. Deze toepassingen zullen hierna nader worden beschreven.
25

Volgens een bijzonder geschikte uitvoeringsvorm kan de membraan volgens de uitvinding worden toegepast als filter. Daartoe worden in de membraan openingen gevormd. Deze openingen kunnen op verschillende wijze worden aangebracht, bijvoorbeeld door middel van het bestralen met een bron van hoge energie. Een voorbeeld hiervan is ion-etsen. Een andere mogelijkheid bestaat uit het toepassen van een droge ets-behandeling, bij voorkeur een plasma ets-behandeling. Hiermee kunnen gericht openingen in de membraan worden aangebracht.
30 Daarvoor is het, zoals aan deskundigen in de techniek bekend, in sommige gevallen nodig om een maskerlaag op het oppervlak van de membraan aan te brengen.

De openingen kunnen een vooraf te bepalen diameter

hebben. Daardoor is het op zeer selectieve wijze mogelijk om bijvoorbeeld vloeistoffen te filtreren.

Een andere mogelijkheid bestaat uit het zodanig ver-
vaardigen van de membraan dat deze aan één zijde 2 is verbon-
den met het hoofdlichaam van de wafer en aan de andere zijde
5 vrij is. Daardoor zal een in hoofdzaak plaatvormig uitsteek-
sel worden gevormd, dat aan één zijde met het hoofdlichaam
van de wafer is verbonden. In een dergelijke membraan kunnen
op geschikte wijze lijnvormige openingen worden gevormd, wel-
10 ke zich uitstrekken vanaf het vrije uiteinde van de membraan
in de richting van de zijde 2. Daardoor worden zogenoemde
hefbomen gevormd. Door op regelmatige afstanden de genoemde
lijnvormige openingen aan te brengen zullen een vooraf te be-
palen aantal hefbomen evenwijdig aan elkaar kunnen worden ge-
15 vormd.

Hoewel hier wordt genoemd dat het de voorkeur heeft
dat de lijnvormige openingen in hoofdzaak loodrecht ten op-
zichte van de zijde 2 zijn aangebracht, is het uiteraard mo-
gelijk om de lijnvormige openingen onder een hoek ten opzich-
20 te van de zijde 2 aan te brengen. De breedte van de lijnvor-
mige openingen kan binnen zeer grote grenzen variëren. Ook
kunnen andere vormen van openingen worden aangebracht, bij-
voorbeeld haltervormige openingen, driehoekige en dergelijke.

Hefbomen zoals hiervoor genoemd kunnen voor velerlei
25 toepassingen worden gebruikt. Het is bijvoorbeeld mogelijk om
aan één oppervlak van een dergelijke hefboom een spiegelende
laag aan te brengen. Eventueel kan het siliciumoppervlak zelf
dienst doen als spiegelende laag. Door aan het andere opper-
vlak een sensorlaag of een actuatorlaag aan te brengen welke
30 van een geschikte samenstelling is, wordt het mogelijk om de
hefboom op een vooraf te bepalen wijze enigszins te laten om-
buigen. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren doordat de sensorlaag
reageert met een nabij de sensorlaag aanwezige stof, waardoor
de sensorlaag uitzet of krimpt. Daardoor, indien de sensor-
35 laag op voldoende stevige wijze is verbonden aan het silici-
umoppervlak van de hefboom, zal deze ombuigen. Indien een ac-
tuatorlaag op geschikte wijze wordt verbonden met het silici-
ummateriaal van de hefboom is het mogelijk om, bijvoorbeeld

door het aanleggen van een spanning over de actuatorlaag, de hefboom te laten ombuigen. Ook andere materialen, die bijvoorbeeld reageren op temperatuur, kunnen worden toegepast in een dergelijk systeem. Door aan de andere zijde een licht-
5 straal op het spiegelende oppervlak te laten vallen zal deze lichtstraal, bij het ombuigen van de hefboom, naar een andere positie worden afgebogen. Deze positieverandering kan door geschikte sensoren worden gedetecteerd, waardoor de toestandsverandering kan worden bepaald.

10 Eventueel kan de sensorlaag of de actuatorlaag als spiegelend oppervlak worden gebruikt.

 Een dergelijk systeem kan bijvoorbeeld geschikt zijn voor het detecteren van bepaalde verbindingen in een vloeistof. Op overeenkomstige wijze kan een dergelijk systeem worden gebruikt voor het detecteren van temperatuursveranderingen of dergelijke.

 Indien een actuatorlaag op één zijde van de hefboom is aangebracht welke kan worden aangestuurd door een geregelde elektrische spanning, kan een lichtstraal op een vooraf te
20 bepalen wijze worden afgebogen. Een dergelijk systeem is geschikt voor vele toepassingen die gebruik maken van af te buigen of gereflecteerde lichtstralen.

 In principe kan elke elektromagnetische straling welke gereflecteerd kan worden in een dergelijk systeem worden toegepast.

 Een andere geschikte toepassing van de membranen volgens de uitvinding wordt verschaft door twee membranen zodanig in een V-vorm te positioneren dat de uiteinden van de beide membranen, welke elk aan één zijde zijn verbonden aan
30 het hoofdlichaam van een wafer, naar een gezamenlijk snijpunt zijn gericht en met hun vrije uiteinden op een afstand van elkaar zijn geplaatst. Bij een dergelijke uitvoeringsvorm kan bijvoorbeeld een glasvezel in de door de twee membranen gevormde V worden gepositioneerd. Door nu ten minste één van de
35 beide membranen te voorzien van een actuatorlaag kan deze zodanig worden gepositioneerd dat de glasvezel een gewenste positie inneemt. Hiermee is het mogelijk om glasvezels ten opzichte van elkaar uit te lijnen. Dit zal hierna aan de hand

van de figuren nader worden beschreven.

De membraan volgens de uitvinding kan op zeer geschikte wijze worden gebruikt als zogenoemd scanning element voor een scanning elektron-microscop. De siliciummembranen hebben een zeer nauwkeurig te definiëren afmeting, welke van een zodanige grootte kan zijn, dat deze als scanning element kan worden gebruikt.

Ook kunnen membranen, zoals hiervoor genoemd en gepositioneerd in een V-vorm, worden gebruikt om kleine voorwerpen vast te klemmen. Bijvoorbeeld kunnen twee membranen in een V-vorm worden gepositioneerd, waarbij ten minste één ervan aan althans één oppervlak van een actuatorlaag wordt voorzien, waardoor de afstand tussen de beide hefbomen kan worden vergroot door die hefboom op geschikte wijze te actueren. Een naar keuze te klemmen onderwerp kan tussen de beide hefbomen worden gepositioneerd, waarna de activering kan worden opgeheven en waardoor de afstand tussen de uiteinden van de beide hefbomen zal worden verkleind. Het daartussen geplaatste voorwerp is dan op geschikte wijze vastgeklemd.

Volgens een verdere uitvoeringsvorm is het mogelijk om het vastgeklemd voorwerp te verplaatsen en op een andere positie weer los te laten door althans één van de hefbomen te actueren en het vastgeklemd voorwerp los te laten.

Indien de membraan volgens de uitvinding wordt toegepast als filter, zal ten minste één opening in de membraan worden aangebracht. Deze opening zal zich door de gehele membraan heen uitstrekken. Vanwege het feit dat aan beide zijden van de wafer V-vormige openingen zijn gevormd, die slechts door middel van de membraan van elkaar worden gescheiden zijn daardoor tevens fluïdumgeleidingskanalen gevormd. Door de wafer aan beide oppervlakken af te dekken zullen de beide fluïdumgeleidingskanalen slechts door middel van de ten minste ene opening in de gevormde membraan met elkaar in contact staan. Door het aantal openingen te variëren kan de maximale fluïdumdoorstroming worden geregeld. Door de diameter van de openingen op geschikte wijze aan te passen kan de mate van filtratie worden geregeld.

De gevormde constructie leent zich om herhaaldelijk

te worden toegepast, waardoor in een vervaardigingsproces een filter kan worden gerealiseerd met verschillende trappen en daarbij behorende afmetingen van de openingen.

De uitvinding zal hierna nader worden uiteengezet
5 aan de hand van een aantal figuren.

Figuur 1 toont in vier stappen de vervaardiging van een membraan volgens de uitvinding.

Figuur 2 toont twee gevormde membranen in perspectiefisch aanzicht.

10 Figuur 3 toont een membraan welke door middel van lijnvormige openingen is onderverdeeld in hefbomen.

Figuur 4 toont een membraan volgens de uitvinding welke wordt toegepast in een filter.

Figuur 5 toont in een vijftal stappen een voorkeurs-
15 uitvoeringsvorm van de werkwijze voor het vervaardigen van de membraan.

Figuur 6 toont een variant van de uitvoeringsvorm volgens Figuur 5.

Figuur 7 toont een schematische dwarsdoorsnede door
20 een vezelpositioneringsinrichting.

Figuur 8 toont een bovenaanzicht van een vezelpositioneringsinrichting.

Figuur 9 toont een perspectivische, schematische weergave van een toepassing van een hefboom als spiegel.

25 Figuur 10 toont een cascade-filter.

Figuur 1 toont een aantal stappen voor het vervaardigen van een membraan 2 volgens de uitvinding. In een eerste stap, Figuur 1A, wordt op een siliciumwafer 1 aan twee zijden een maskerlaag 3 aangebracht welke delen 5 van het siliciumoppervlak vrijlaat. In een tweede stap, Figuur 1B, is door middel van een snelle etsstap een gedeelte van het silicium weggeëtsd, waardoor de zogenoemde (111) oppervlakken 8, 9, 10, 11 worden blootgelegd. Tijdens deze stap is reeds een membraan 2 met een dikte D gevormd. In een volgende stap, Fi-
30 guur 1C, wordt een langzame etsstap uitgevoerd. Aangezien in dit stadium slechts de genoemde (111) oppervlakken 8, 9, 10, 11 blootliggen zal de etsbewerking langzaam plaatsvinden. Hierdoor is een nauwkeurige regeling van de dikte van de mem-

braan 2 mogelijk. Deze behandeling wordt uitgevoerd totdat een gewenste dikte d is verkregen. Tenslotte, zoals getoond in Figuur 1D, worden de maskerlagen 3 verwijderd waardoor de membraan 2 is verkregen.

5 Figuur 2 toont een sterk vereenvoudigd perspectiefisch aanzicht van een tweetal membranen 2, 2' welke zijn verkregen in overeenstemming met de uitvoeringsvorm volgens Figuur 1. De beide uiteinden 13 van de membranen 2, 2' zijn gericht naar een onderling snijpunt S, dat is gelegen in een
10 vlak onder het vlak van de wafer 1.

 Figuur 3 toont een perspectiefisch aanzicht van een enkele membraan 2, die kan zijn verkregen met de werkwijze zoals getoond in Figuur 1. Een aantal lijnvormige openingen 12 zijn in de membraan 2 gevormd. Hierdoor worden hefbomen 14
15 gevormd die alle aan een zijde Z van de oorspronkelijk gevormde membraan 2 zijn verbonden met het hoofdlichaam van de wafel 1.

 Figuur 4 toont een overeenkomstige uitvoeringsvorm waarbij de openingen 12 echter geen lijnvormige openingen
20 zijn, maar in hoofdzaak ronde openingen 12. Doordat aan de onderzijde van de wafer een afdekkend lichaam 15 is geplaatst kan een fluïdum in de ruimte, A, worden toegevoerd. Vervolgens kan de vloeistof slechts door de openingen 12 in de membraan 2 worden afgevoerd. Alle in de vloeistof aanwezige ma-
25 terialen met een afmeting die groter is dan de diameter van de openingen 12 zal achterblijven in de ruimte A.

 Figuur 5 toont een nadere uitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de uitvinding. Hierbij wordt uitgegaan van een reeds gevormde membraan 2, zoals getoond in Figuur 5A.

30 Vervolgens wordt aan één zijde een materiaallaag 16 aangebracht dat zowel althans een deel van het oppervlak van de siliciumwafer 1 afdekt maar tevens ook het oppervlak van de V-vormige uitsparing 6. Een dergelijk materiaal kan bij voorkeur zijn vervaardigd van een materiaal dat een ander
35 etsgedrag vertoont dan het voor de wafer gebruikte silicium.

 Het materiaal voor het vormen van de laag 16 kan elk materiaal zijn, anders dan het voor de wafer gebruikte silicium, waaronder carbiden, oxiden en nitriden, met name sili-

ciumcarbide, siliciumoxide en siliciumnitride, maar ook andere zuivere elementen, zoals metalen waaronder goud, en ook kunststoffen en dergelijke.

Vervolgens wordt een maskerlaag 3 in een vooraf te
5 bepalen patroon op het gevormde materiaal 16 aangebracht. Dit staat duidelijk getoond in Figuur 5C.

In een volgende stap wordt een etsbewerking uitgevoerd, waardoor materiaal dat zich bevindt onder de niet door de maskerlaag 3 afgedekte delen 5 wordt verwijderd. Een der-
10 gelijke behandeling kan een gewenste tijdsduur worden uitgevoerd zodat doorgaande openingen 12 worden gevormd. Wanneer de etsbehandeling op de gewenste wijze is uitgevoerd kan de maskerlaag 3 worden verwijderd, zoals aangeduid in Figuur 5D.

Vervolgens kan een etsbehandeling worden uitgevoerd
15 voor het verwijderen van de resterende siliciumdelen die zich bevinden onder de aangebrachte materiaallaag 16. Doordat de etsoplossing kan aangrijpen op andere oppervlakken dan die welke liggen in het (111) vlak zal deze etsbehandeling snel kunnen worden uitgevoerd. Na afloop van deze etsbehandeling
20 wordt een product zoals aangeduid in Figuur 5E verkregen, waarbij de blootliggende siliciumoppervlakken 10', 11' zijn gelegen in (111) vlakken.

Eventueel is het mogelijk om de delen van het hoofd-
oppervlak van de siliciumwafer die tijdens de siliciumetsbe-
25 handeling niet dienen te worden verwijderd, af te dekken met een maskerlaag. Dit is in de figuren echter niet nader aangeduid.

Een alternatieve uitvoeringsvorm van de in Figuur 5
getoonde werkwijze staat getoond in Figuur 6. Deze uitvoe-
30 ringsvorm verschilt van de werkwijze volgens Figuur 5 doordat nu ook aan de onderzijde van de wafer 1 een materiaallaag 16 is aangebracht. Ook deze materiaallaag wordt voorzien van een maskerlaag 3 met een vooraf te bepalen patroon. Dit patroon kan in hoofdzaak zijn uitgelijnd met het patroon dat aan de
35 bovenzijde is aangebracht. Echter, dit is niet noodzakelijk.

Door nu dezelfde stappen uit te voeren als die welke zijn beschreven met Figuur 5 kan een product worden verkregen zoals getoond in Figuur 5E.

Het heeft in het bijzonder de voorkeur om de etsbehandeling voor het verwijderen van de materiaallagen ter plaatse van de niet door de maskerlaag 3 bedekte posities zodanig uit te voeren dat geen doorgaande openingen door de silicium membraanlaag 2 worden gevormd. De etsbehandeling dient slechts zover te worden uitgevoerd dat de siliciumlaag wordt bereikt. In een dergelijk geval kunnen aan de beide zijden verschillende maskerpatronen worden gevormd. Bij een opvolgende silicium etsbehandeling kan de tussenliggende laag silicium worden verwijderd, waarbij twee verschillend gevormde materiaallagen in een gewenst patroon worden gevormd. Bijvoorbeeld is het hierdoor mogelijk om twee materiaallagen te vormen die elk een filterpatroon leveren waarvan de openingen in de ene materiaallaag groter zijn dan van de openingen in de andere materiaallaag. In het bijzonder is het hierdoor mogelijk om verontreinigingen of andere af te filtreren materiaaldelen van een gewenste afmeting tussen de beide materiaallagen op te vangen.

Figuur 7 toont een uitvoeringsvorm voor het positioneren van een glasvezel 17. Een glasvezel 17 is gelegen op twee afzonderlijke membranen. Dergelijke membranen zijn bijvoorbeeld gevormd als hefbomen 14. Door ten minste één van deze hefbomen 14 te voorzien van een actueringslaag is het mogelijk om de glasvezel 17 op gewenste wijze te positioneren.

Een inrichting 18 voor het positioneren staat verder in bovenaanzicht getoond in Figuur 8. Een eerste glasvezel 19 is vast gepositioneerd in de V-vormige groef 23. Een andere glasvezel 17 is gelegen op twee hefbomen 14 waarvan ten minste één kan worden geactueerd. Door de ten minste ene hefboom 14, onafhankelijk van de andere, op geschikte wijze te positioneren, kan de relatieve positie van de tweede glasvezel 17 ten opzichte van de eerste, vaste glasvezel 19 zodanig worden uitgevoerd dat deze exact in het verlengde van de vaste glasvezel 19 ligt. Vervolgens kan de tweede glasvezel 17 worden vastgezet.

Ten slotte toont Figuur 9 een uitvoeringsvorm waarbij de hefboom volgens de uitvinding werkt als spiegel. Een

eerste hefboom 20 bevindt zich hierbij in een ruststand. Een tweede hefboom 21 bevindt zich in een omgebogen stand, welke bijvoorbeeld kan worden verkregen door het activeren van een actueringslaag 22.

5 Andere mogelijkheden bestaan uit hefbomen welke zijn voorzien van een sensorlaag welke specifiek reageert met een bepaalde verbinding die zich bijvoorbeeld in een fluïdum kan bevinden. Wanneer de genoemde sensorlaag een binding aangaat met de beoogde verbinding kan een deflectie (22) van de hef-
10 boom worden verkregen. Een lichtstraal L die op een oppervlak van de hefboom 21 is gericht zal daardoor onder een andere hoek afbuigen L' dan wanneer de hefboom 20 zich in de uitgangspositie bevindt. Deze afbuiging kan op geschikte wijze door middel van bekende inrichtingen worden gedetecteerd.

15 In figuur 10 is een cascadefilter getoond. Hierbij zijn aan twee zijden van de wafer 1 afdekkende lichamen 15 aangebracht. Een te filtreren vloeistof met verontreinigingen van verschillende afmetingen wordt in de ruimte A gebracht en via de openingen 12 in de eerste membraan 2 naar de ruimte B
20 gevoerd. Vandaaruit wordt de vloeistof door de openingen 12' in de membraan 2' naar de ruimte C gevoerd. Tenslotte wordt de vloeistof door de openingen 12" in de membraan 2" naar ruimte D gevoerd. De openingen 12, 12' en 12" hebben afnemende diameters. Via de ruimtes A, B, C en D kunnen de door de
25 betreffende membranen 2, 2', 2" tegengehouden stoffen in de vloeistof worden afgevoerd(niet getoond).

De uitvinding is niet beperkt tot de hiervoor specifiek beschreven uitvoeringsvormen. Deze wordt slechts beperkt door de bijgevoegde conclusies.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het vervaardigen van een in een (111) vlak van een (100) siliciumwafer (1) gelegen membraan (2), omvattende de stappen van:

- het aanbrengen van een maskerlaag (3) op de beide
5 zijden van de wafer (1), waarbij delen (4) van de zijden worden afgedekt door de maskerlaag (3); en

- het althans gedeeltelijk wegetsen van siliciummateriaal ter plaatse van de niet-afgedekte delen (5) aan de beide zijden van de wafer (1),

10 met het kenmerk, dat:

- de etsstap het siliciummateriaal hoofdzakelijk wegetst onder vorming van uitsparingen (6, 7) in de beide oppervlakken van de wafer (1), zodanig dat de wanden (8, 9, 10, 11) van de uitsparingen (6, 7) worden gevormd door (111)
15 vlakken,

- niet-afgedekte delen aan beide zijden van de wafer zodanig zijn uitgelijnd ten opzichte van elkaar dat een vanaf een eerste zijde gevormd (111) vlak (9 respectievelijk 10) parallel is gelegen aan een vanaf een tweede zijde gevormd
20 (111) vlak (10 respectievelijk 9) en de onderlinge afstand d tussen deze twee vlakken (9, 10) minder is dan de dikte van de siliciumwafer (1), teneinde een membraan (2) in het (111) vlak met een dikte d te vormen, en

- ten minste één doorgaande opening (12) in de in
25 het (111) vlak gelegen membraan (2) wordt gevormd, waarbij de opening (12) in hoofdzaak loodrecht ten opzichte van het (111) vlak (9, 10) ligt.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat aan beide zijden van de wafer (2) V-vormige uitsparingen
30 (6, 7) worden geëtsd, waarbij het dieptepunt van een V-vormige uitsparing (6, 7) aan een eerste zijde is gelegen op een positie naast een niet-afgedekt deel (5) aan de andere zijde van de wafer (1).

3. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies,
35 met het kenmerk, dat een uitsparing (6, 7) aan een eerste

zijde tot aan de aan de tweede zijde gelegen maskerlaag (3) reikt.

4. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de dikte d wordt gemeten en de etsstap
5 wordt gecontinueerd, teneinde de (111) vlakken (8, 9, 10, 11) te etsen totdat een gewenste waarde van de dikte d is bereikt.

5. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat na het voltooien van de etsstap de mas-
10 kerlaag (3) wordt verwijderd.

6. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat deze de stap omvat van het aanbrengen van een door de membraan (2) heen gaande opening (12) in de in het (111) vlak gevormde membraan (2), waarbij de opening
15 (12) zich uitstrekt vanaf het vrije uiteinde (13) van de membraan (2) en in de richting van een positie (2) waar de membraan (2) is verbonden met de wafer (1).

7. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de doorgaande opening (12) wordt verkregen door een etsbehandeling, bij voorkeur door middel van een
20 droge ets-behandeling, bij voorkeur een plasma-ets-behandeling.

8. Werkwijze volgens één der conclusies 1 tot en met 6, met het kenmerk, dat de doorgaande opening (12) wordt ver-
25 kregen door bestraling met een bron van hoge energie.

9. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat ten minste twee parallelle snedes (12) worden gevormd, in hoofdzaak loodrecht ten opzichte van de bevestigingslijn van de gevormde membraan (2) aan de wafer
30 (1), teneinde althans één hefboom (14) te vormen.

10. Membraan (2), verkregen met een werkwijze volgens één der conclusies 1 tot en met 9.

11. Toepassing van een membraan volgens conclusie 10, in een scanningelement van een scanning element-micro-
35 scoop.

12. Toepassing van een membraan volgens conclusie 10, in een spiegel.

13. Toepassing van een membraan volgens conclusie

10, waarbij een eerste oppervlak van het (111) vlak een spiegelend oppervlak vormt en het andere oppervlak een positie modificerende voorziening omvat.

14. Toepassing van een membraan volgens conclusie 5 10, in een microklem, waarbij twee membranen zodanig in een V-vorm zijn gepositioneerd dat de uiteinden (13) daarvan naar een gezamenlijk snijpunt (S) zijn gericht en op een afstand ten opzichte van elkaar zijn geplaatst.

15. Toepassing van een membraan volgens conclusie 10 10 en voorzien van ten minste één opening (12), in een filter-systeem.

16. Toepassing volgens conclusie 15, waarbij de wafer (1) aan ten minste één zijde is bekleed met een afdekking (15), waarbij de aan weerszijden van de membraan (2) gevormde 15 uitsparingen (6, 7) onderling in contact staan door middel van de ten minste ene gevormde opening (12).

17. Toepassing van ten minste twee membranen (2, 2') volgens conclusie 10 in V-vormige opstelling in een positioneringsinrichting (18), waarbij ten minste één zijde van ten 20 minste één van de membranen (2, 2') een actueringsbekleding (22) omvat teneinde de ten minste ene membraan (2 respectievelijk 2') te kunnen actueren om een op de membranen (2, 2') gelegen voorwerp (17) op vooraf bepaalde wijze te positioneren.

25 18. Toepassing van een membraan volgens conclusie 10, in een microgripper als pick-and-place mechaniek, teneinde te hanteren voorwerpen op te pakken, te manipuleren en te verplaatsen.

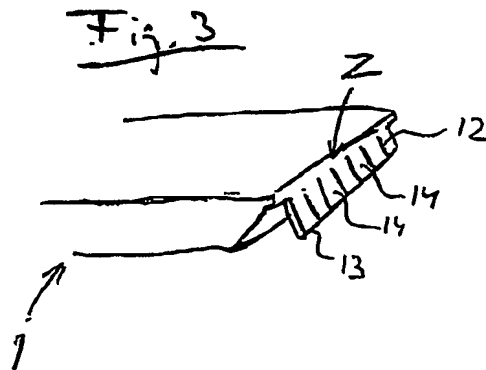
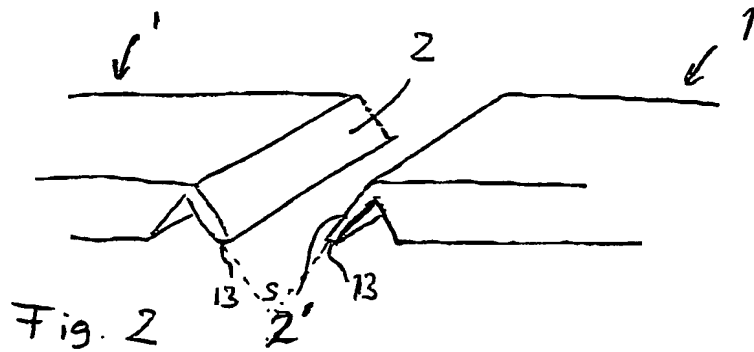
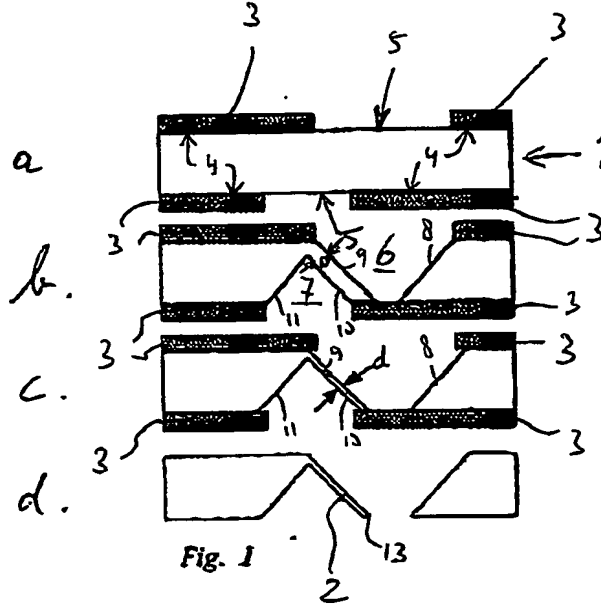
19. Toepassing van een membraan volgens conclusie 30 10, welke aan ten minste één oppervlak is voorzien van een sensorlaag (22), in een (bio)chemische sensor.

20. Werkwijze volgens conclusies 1-9, **met het kenmerk**, dat nadat de membraan (2) met dikte d is gevormd, een laag (16) wordt aangebracht van een materiaal dat een van silicium 35 afwijkend etsgedrag heeft, en vervolgens het silicium-materiaal althans gedeeltelijk wordt weggeëetst.

21. Werkwijze volgens conclusie 20, **met het kenmerk**, dat de laag (16) van het materiaal ten minste over een deel

van het oppervlak van de siliciummembraan (2) wordt aangebracht.

1/5



2/5

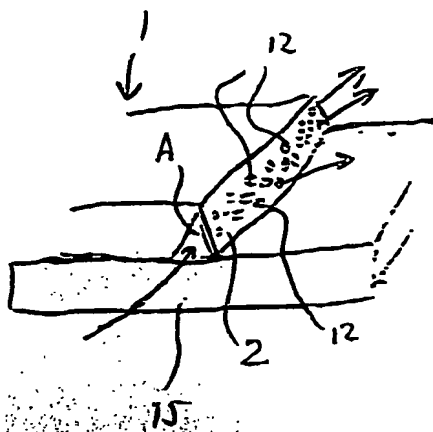


Fig. 4

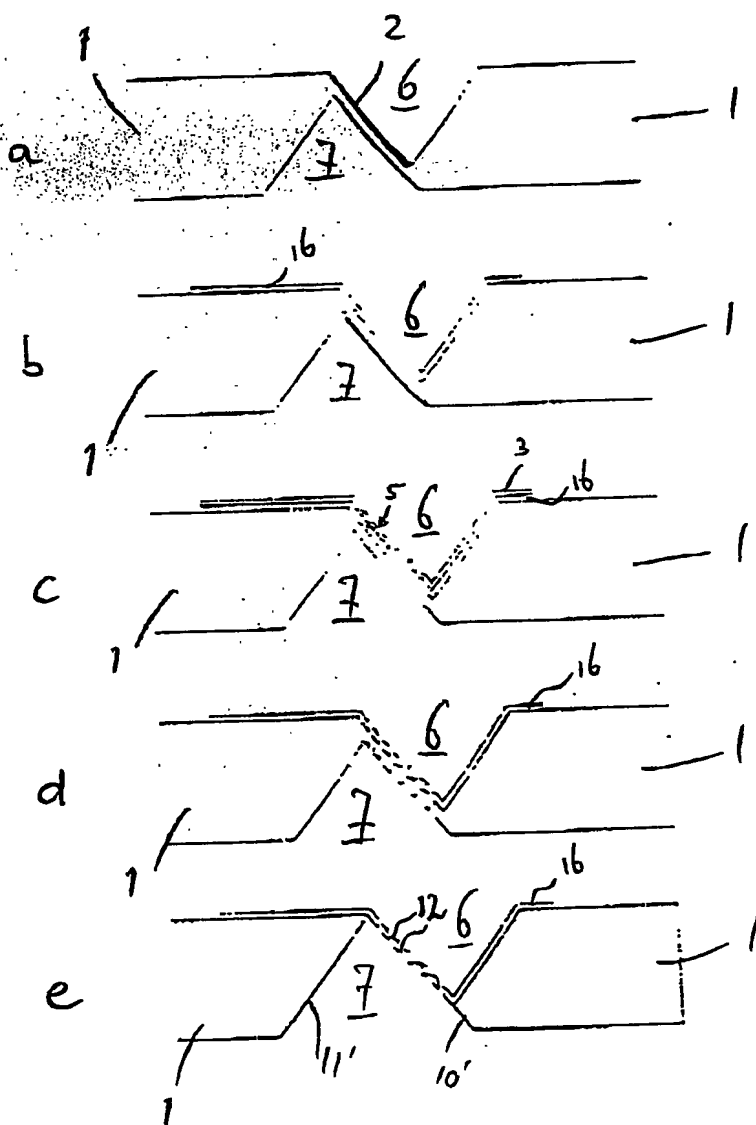


Fig. 5

3/5

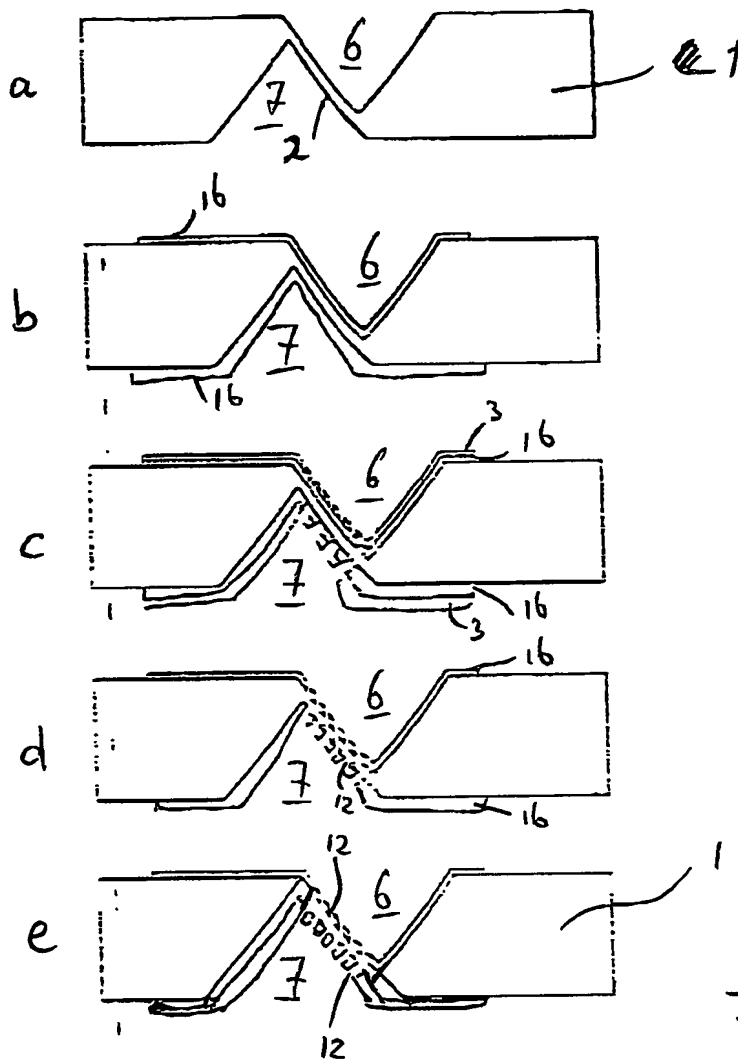


Fig. 6

4/5

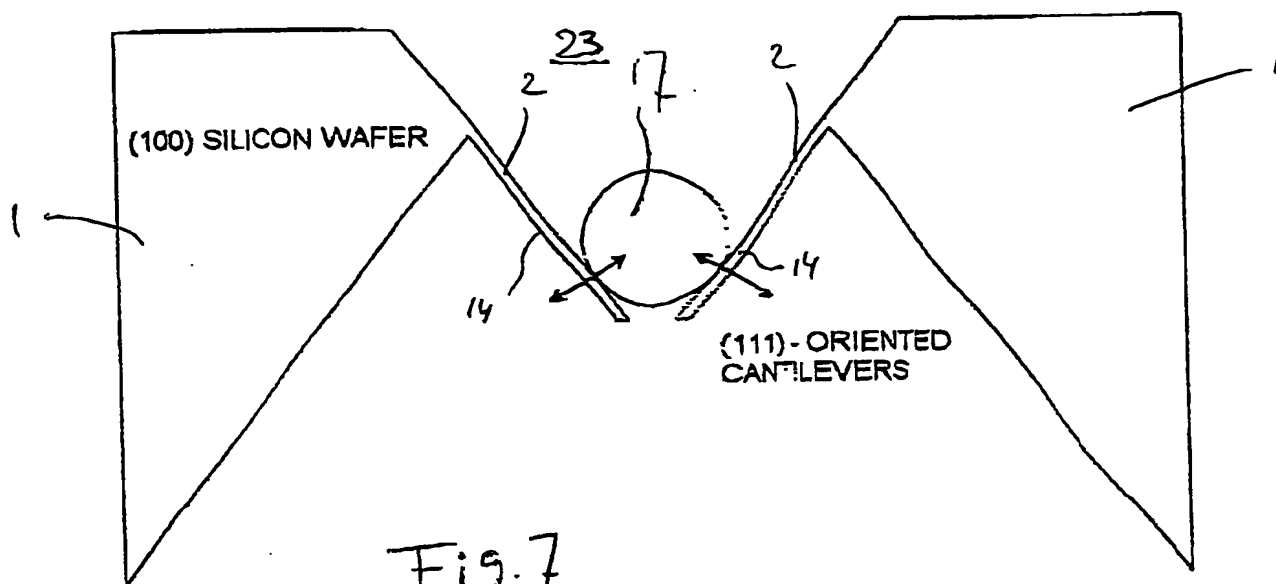


Fig. 7

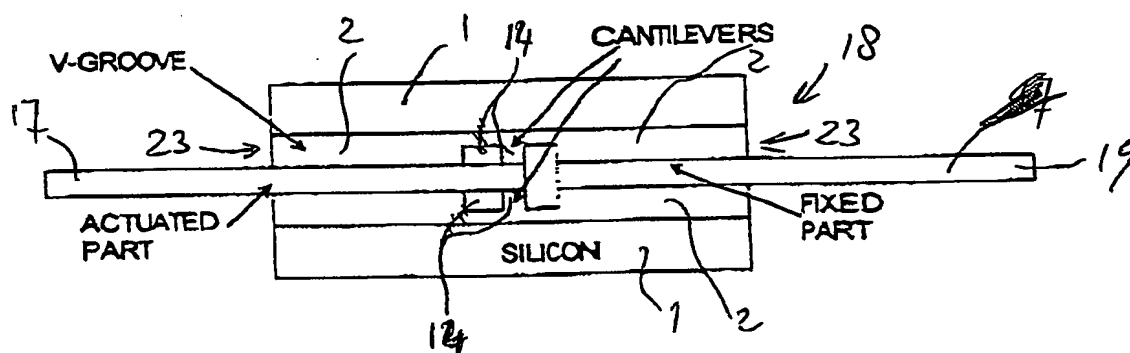
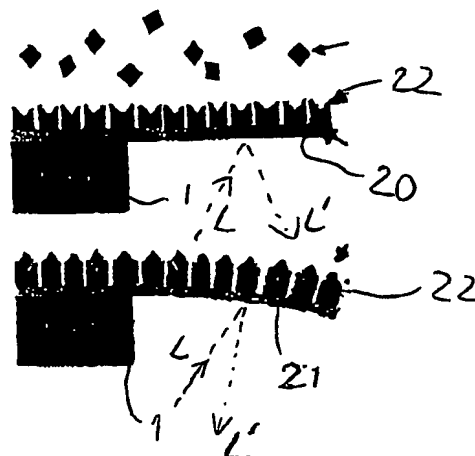


Fig. 8



Fig. 9



5/5

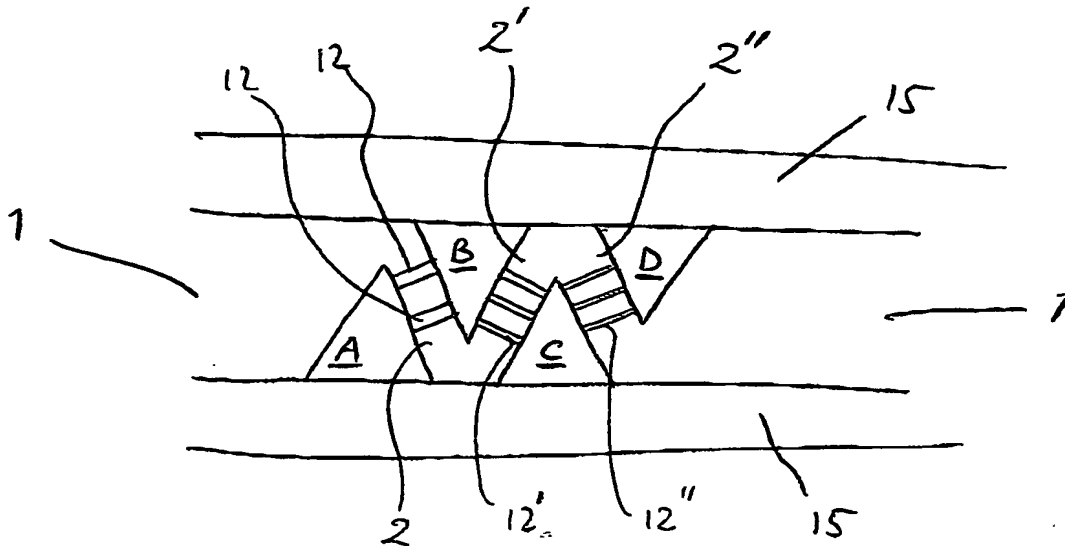


Fig. 10